

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA

“EVALUACIÓN DE VALOR NETO, EFICIENCIA, BIODIVERSIDAD Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS QUÍMICAS DEL SUELO, DE TRES SISTEMAS DE SIEMBRA UTILIZADOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA PARROQUIA TURI, CANTÓN CUENCA, ECUADOR.”

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

AUTOR:

**JUAN PABLO AYALA TENESACA
C.I:0104849542**

**DIRECTOR: ING. PEDRO RENE ZEA DÁVILA
C.I: 0102198207**

**Cuenca, Ecuador
2017**



RESUMEN

La agricultura es la actividad más importante en la economía de un país en desarrollo, así como, el policultivo es un componente importante para la agricultura, ya que estos sistemas tienen una atención creciente en los últimos años como estrategia para incrementar los alimentos y los ingresos de los agricultores con recursos limitados.

Con el objeto de conocer los efectos que produce la aplicación de diferentes sistemas de siembra en el cultivo de maíz, se desarrolló esta investigación, en la cual se evaluó el valor neto, eficiencia, biodiversidad, y características físicas químicas del suelo en los tres sistemas. Para esto se utilizó un área de 864 m², semilla INIAP-103 (MISHQI SARA), en un lote ubicado en la parroquia Turi del cantón Cuenca. Los sistemas fueron distribuidos en tres tratamientos con cuatro repeticiones: Solo Maíz (Monocultivo), Maíz + Frejol (Asociación de cultivo) y Chacra (Policultivo) respectivamente dispuestos en bloques al azar en parcelas de 6 x 6 respectivamente identificadas.

El valor neto y la eficiencia de los tres tratamientos variaron considerablemente, esta variación es directamente proporcional al tipo de sistema aplicado, por lo tanto, el policultivo (Chacra) fue el de mejor proyección (24,93%) en el valor neto, obteniendo (21,88%) más que el monocultivo y (16,26%) más que la asociación maíz y frejol. En cuanto a la eficiencia se sobrepuso con un 0,69% al monocultivo y con un 0,50% a la asociación de maíz y frejol, por lo tanto, el tratamiento tres (chacra) resultó ser superior en cuanto a la eficiencia y el valor neto.

Palabras clave: Policultivos, Asociación, Eficiencia, Valor neto.



ABSTRACT

Agriculture is the most important activity in the economy of a developing country, as well as multiple cropping is an important agriculture component, since these systems have an increased food and incomes of farmers with limited resources.

In order to know the effects that produces the application of different systems of sowing in the cultivation of corn, developed this research, in which the net value, efficiency, biodiversity and physical chemical characteristics of the soil in the three systems was evaluated. This was an area of 864m², INIAP-103 (MISHQUI SARA) seed, in a lot located in the parish of canton Cuenca Turi. Systems were distributed in three treatments with four replications: only corn (monoculture), corn + beans (Association of cultivation) and farm (Polyculture) respectively arranged in blocks at random in respectively identified 6 X 6 plots.

The net value and efficiency of three treatments varied considerably, this variation is directly proportional to the applied system, therefore, mixed farming (farm) was the best projection (24, 93 %) net value, obtaining (21,88 %) more than monoculture and (16,26 %) more than the Association corn and beans. In terms of efficiency it overlaid with a 0.69 % monoculture and 0,50 % to the association of maize and beans, therefore treatment three (farm) turned out to be superior in terms of efficiency and net value.

Keywords: Polycultures, Association, Efficiency, Net value.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	II
ABSTRACT	III
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 Objetivo general del proyecto.....	5
1.2.3 Objetivos específicos.....	5
1.3 HIPÓTESIS.....	5
2.1 Agricultura orgánica.	6
2.1 Sistemas de Policultivos.....	8
2.2 Cultivo de maíz.	10
2.2.1 Introducción.....	10
2.2.2 El Cultivo del maíz en el Ecuador.....	10
2.2.3 El cultivo del maíz como policultivo.....	11
2.2.4 Características Botánicas.	11
2.2.5 Exigencias edafológicas.....	12
2.2.6 Labores Culturales.....	13
2.2.7. Las Chacras.....	14
CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
3.1 Materiales, equipos y herramientas.....	15
3.1.1 Equipos.....	15
3.2 Metodología de la Investigación.....	18
3.2.1 Localización geográfica.....	18
3.2.2 Trabajo de campo.	19



3.2.3 Investigación de laboratorio.....	26
3.2.3 Productividad del cultivo mediante el Valor neto y Eficiencia.	28
3.2.4 Método estadístico.....	29
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	30
4.1.2 Propiedades físico químicas del suelo antes y después de la introducción de tres sistemas de siembra.....	31
4.1.3 Productividad del cultivo mediante el rendimiento y Eficiencia.	32
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	34
5.1 Conclusiones.....	38
5.2 Recomendaciones.....	39
CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS.....	43



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.-Recomendación general para la fertilización de un suelo de mediana fertilidad.	13
Tabla 2. Recomendación de fertilización para maíz-frejol en asociación.....	14
Tabla 3. Cantidad de fertilizantes en sacos / ha.	14
Tabla 4.- Localización geográfica y condiciones medioambientales del lugar de investigación.	18
Tabla 5.- Distribución de los tratamientos en el área de estudio con un diseño completamente al azar (dca).	19
Tabla 6.- Géneros de hongos y bacterias encontrados antes y después de la aplicación de los tratamientos.....	30
Tabla 7.- Resultados obtenidos tras los análisis realizados en el área de estudio antes y después de la aplicación de los tres tratamientos o sistemas de siembras.	31
Tabla 8.- Sumatorias de Medias y el Error estándar de la eficiencia y valor neto.*	33



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación del área de estudio en el mapa parroquial del cantón Cuenca.	18
Figura 2.- Lote de terreno en donde se llevó a cabo el experimento.	20
Figura 3.- Dimensiones del lote y de la parcela en el terreno.	22
Figura 4.- Identificación individual de los tratamientos en las parcelas.....	22
Figura 5.- Preparación del terreno.....	23
Figura 6.- Distribución e identificación de las parcelas de los diferentes tratamientos y repeticiones.	24
Figura 7.- Plantas germinadas a los 15 días. plantas a los.....	24
Figura 8.- Deshierbe manual de las parcelas.	25
Figura 9.- Gráfico de barras de la productividad de los sistemas de siembra mediante valor neto y eficiencia.	33



LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo inicial del área de estudio.	43
Anexo 2: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo inicial del área de estudio.	44
Anexo 3: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T1) del área de estudio.	45
Anexo 4: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T1) del área de estudio.	46
Anexo 5: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T2) del área de estudio.	47
Anexo 6: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T2) del área de estudio.	48
Anexo 7: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T3) del área de estudio.	49
Anexo 8: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T3) del área de estudio.	50
Anexo 9: Resultados de la densidad aparente del suelo del muestreo inicial del área de estudio.	51
Anexo 10: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología (Hongos) muestra inicial.	52
Anexo 11: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología (Bacterias) muestra inicial.	53
Anexo 12: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología (Hongos) muestra final.	54
Anexo 13: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología (Bacterias) muestra final.	55
Anexo 14: cuadro registro del número de unidades experimentales, sistemas de siembra y parcelas de estudio de los diferentes sistemas de siembra en un experimento de campo con una distribución completamente al azar.	56
Anexo 15: Tabla de Análisis de varianza del valor neto obtenida en la investigación.	56
Anexo 16: Tabla de Medias del valor neto de los tratamientos.	56
Anexo 17: Tabla de Análisis de varianza de la eficiencia de cada uno de los tratamientos.	56
Anexo 18.- Poblaciones de hongos observadas en el laboratorio en la muestra de suelo... ..	56



Anexo 19.- Bacterias identificadas en el laboratorio de fitopatología en las muestras de suelo.	57
Anexo 20.- Cálculo de la eficiencia de los tres sistemas de siembra.....	57
Anexo 21.- Cálculo del valor neto de los sistemas de siembra utilizados.	57
Anexo 22.- Siembra de las muestras en el medio de cultivo.	58
Anexo 23.- Frascos con el medio de cultivo dentro de la incubadora a 30°C.	58
Anexo 24.- Análisis de los resultados obtenidos en las muestras colocadas en los medios de cultivo.....	59
Anexo 25.- Bacterias Gram negativas.....	59
Anexo 26.- Bacterias Gram positivas.	60



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Ingeniería Agronómica

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **Juan Pablo Ayala Tenesaca**, autor del Trabajo de Titulación: **“Evaluación de valor neto, eficiencia, biodiversidad y características físicas químicas del suelo, de tres sistemas de siembra utilizados en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Parroquia Turi, Cantón Cuenca, Ecuador”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación, son de mi exclusiva responsabilidad.

Cuenca, Mayo 2017

Juan Pablo Ayala Tenesaca

C.I.: 0104849542



CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR



Universidad de Cuenca
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Ingeniería Agronómica

CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, **Juan Pablo Ayala Tenesaca**, autor del Trabajo de Titulación: **“Evaluación de valor neto, eficiencia, biodiversidad y características físicas químicas del suelo, de tres sistemas de siembra utilizados en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Parroquia Turi, Cantón Cuenca, Ecuador”**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO AGRÓNOMO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicara afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Mayo 2017

Juan Pablo Ayala Tenesaca

C.I.:0104849542

Juan Pablo Ayala



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La agricultura es considerada a nivel mundial como una de las actividades sociales y económicas más esenciales para el ser humano. Según estadísticas de la FAO (2003) revela que a inicios del nuevo milenio, 2570 millones de personas dependen de la agricultura y otras actividades no industrializadas, lo que representa el 42% de la humanidad. Es decir que el 2-3% de la población económicamente activa está relacionada con este sector. En países desarrollados como Estados Unidos el 2% de su población se dedica a esta actividad y para los países en desarrollo, la actividad agrícola representa 18 al 20% de empleo para sus habitantes (Dumorné, 2012).

El incremento acelerado de la actividad agrícola en cada uno los países está estrechamente ligado al crecimiento de la población a nivel mundial, por lo tanto, los agricultores se han visto en la necesidad de producir más y en menor tiempo, para poder satisfacer las demandas del mercado interno y externo.

La producción masiva brinda al productor una producción eficiente a gran escala con bajo costo de producción al menor tiempo posible pero dependiente de una gran cantidad de agroquímicos para llegar a su máxima producción, siendo visto como eficiente y rentable desde un punto de vista mercantil, pero a mediano y corto plazo como consecuencia los suelos devastados, desprovistos de nutrientes, débiles, propensos a una erosión inevitable (Liebman, 1997).

Los monocultivos han llevado a los pequeños y grandes productores a buscar otras alternativas adoptando otro sistema de producción conocido desde los



principios mismos de la agricultura, como es la asociación de cultivos o policultivos, la cual es una alternativa que brinda la eficiencia y producción masiva pero con una metodología limpia y amigable con el medio ambiente. La eficiencia se basa en el en la diversidad y el aprovechamiento de todos los recursos (Liebman, 1997).

En nuestra región como en el resto del mundo, la agricultura es la principal actividad desarrollada por la PEA (Población Económicamente Activa). El 23.1% de la PEA se dedica a agricultura, silvicultura, caza y pesca en nuestra provincia. El Azuay tiene 612 mil hectáreas de tierra utilizadas en el sector agropecuario, lo que equivale al 35% del total de la región 6 y el 5% del total del país (Ministerio Coordinador de la Producción, 2011).

La agricultura en el 2014 para el Ecuador representó el 25% de la fuente de trabajo dando un estimado de 1,6 millones de personas que laboran en este sector. Según la historia la agricultura siempre fue el motor de su economía por lo tanto las actividades productivas son la clave en la generación de crecimiento económico, desarrollo y de millones de puestos de trabajo (Agro, 2012)



1.1 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación permitirá evaluar el efecto de la introducción del policultivo en la siembra de Maíz (*Zea mays* L.) y su respuesta en el rendimiento, además con este ensayo se pretende validar estas afirmaciones que al practicar este sistema de cultivo se evaluará la rentabilidad económica neta cuando el suelo aprovecha todos los espacios sembrados y no necesariamente al mismo tiempo, adquiriendo una estabilidad de la producción por una compensación productiva entre los componentes del policultivo, de manera que si uno falla por cualquier factor, se podrá compensar al aumentar la productividad del otro. (Díaz, et al. 2012)

El incremento de la agricultura ecológica ha llevado a darle una reconocida importancia a estos sistemas de siembra tradicionales, enfocados en el funcionamiento de los mismos con el objetivo de contribuir con una nueva tecnología para el mejoramiento de las condiciones de vida y el incremento de la productividad de nuestros suelos. (Garcia & Davis, 1983)

Liebman (1997), manifiesta que los cultivos asociados se han mantenido a lo largo de la historia a pesar de la implementación de nuevas tecnologías, demostrando su eficiencia y rentabilidad, en comparación con los monocultivos, siendo estos los precursores de la economía de los países que se han mantenido dentro de este sistema. Algunas estadísticas mencionan la importancia de asociación de cultivo: el 98% de producción de caupi, principal leguminosa en África se encuentra asociada con otros cultivos alimenticios; el 83% de terreno cultivable de la zona norte de Nigeria se dedica a cultivos asociados; el 90% de frejol en Colombia se encuentra asociado con maíz, papa y otros cultivos; el 73% de la



producción de frejol en Guatemala se encuentra en asociación, principalmente con el maíz; el 80% de frejol en Brasil se encuentra en asociación con otros cultivos principalmente con el maíz; el 58% de frejol en México corresponde a las siembras asociadas con el maíz y el 60% de maíz y un 70-80% de frejol en el trópico latinoamericano se encuentran asociados con otros cultivos. (Garcia & Davis, 1983)

Uno de los problemas en la agricultura de nuestras regiones es el aprovechamiento de los recursos que tenemos a disposición, por eso la necesidad de implementar técnicas adecuadas para aprovecharlos. Una de las técnicas puede ser el policultivo, el cual permite manejar diferentes especies vegetales y tienen un aprovechamiento sustentable de los recursos. De esta manera se busca arraigar en la mentalidad de los productores el manejo del cultivo de maíz en asociación con otras especies.



1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general del proyecto.

- Evaluar el valor neto, eficiencia, biodiversidad y características físicas químicas del suelo en tres sistemas de siembra utilizados en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), chacra (Policultivo), maíz con frejol. y solo maíz.

1.2.3 Objetivos específicos.

- Estimar las poblaciones de bacterias y hongos, calidad biológica del suelo antes y después de la introducción de tres sistemas de cultivo de maíz (*Zea mays* L.)
- Estimar las propiedades físico químicas antes y después de la introducción de tres sistemas de cultivo de maíz (*Zea mays* L.)
- Estimar la productividad de los tres sistemas de cultivo mediante valor neto y eficiencia.

1.3 HIPÓTESIS

- **Ha:** La implementación de policultivos mejora las propiedades biológicas, físico químicas de los suelos y aumenta el valor neto y eficiencia del cultivo.
- **Ho:** La implementación de policultivos no mejoran las propiedades biológicas, físico químicas de los suelos y aumenta el valor neto y eficiencia del cultivo.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



2.1 Agricultura orgánica.

Conocida también como agricultura ecológica o agricultura biológica, se define como un sistema de producción empeñado en maximizar el uso de los recursos, dando énfasis a la fertilidad y actividad biológica del suelo, evitando la manipulación de recursos no renovables, con el principal objetivo de producir alimentos limpios (sin químicos sintetizados), con un alto valor nutricional y organoléptico, con bajos costos de producción y sistemas amigables con el medio ambiente (FAO, 2013)

Además, tiene la capacidad de disminuir los impactos del cambio climático, al reducir la utilización de combustibles fósiles, aumentan la cantidad de materia orgánica, conserva la humedad, favorece a la salud de los agricultores, los consumidores y de todo el entorno natural al eliminar los riesgos asociados con el uso de agroquímicos artificiales y bioacumulables (Remmers, 1990)

2.1.1 Cultivos convencionales y orgánicos.

La agricultura moderna o convencional implica una simplificación estructural del medio ambiente en grandes áreas, sustituyendo la biodiversidad natural de un área determinada por una variedad de planta cultivada (FAO, 2003)

Los conocimientos aplicados en la agricultura convencional tienden a favorecer en su mayoría a la alta producción del cultivo en un corto plazo. Pero esas prácticas comprometen la productividad de los cultivos en el futuro, cada vez es más difícil mantener la productividad de los cultivos en la zona que ha sido aplicada la agricultura moderna o convencional porque de alguna manera todas las opciones se van agotando para nuestros agricultores. Por ejemplo, los países que optaron aplicar las prácticas modernas de la agricultura (Fertilizante, semillas mejoradas,



plaguicidas, uso excesivo de agua y el monocultivo) se han visto afectadas en su producción agrícola anual. Por otra parte, en los años 60, los países que tuvieron un incremento impresionante en la producción de grano, no pudieron mantener la producción o peor aún disminuyó considerablemente para los próximos años (Remmers, 1990)

El término “Cultivo orgánico o Agricultura orgánica” para muchos, está directamente relacionado a la utilización de estiércol de animal, e insumos provenientes de materia prima natural, desistiendo a la aplicación de productos e insumos de procedencia sintética o química. Pero el termino Agricultura Orgánica implica mucho más, abarca ciertos procesos e incorporación de sistemas alternativos de producción agrícola amigables con el medio que los rodea. (Martínez, 2011)

De acuerdo al Codex Alimentarius del programa de la FAO/OMS sobre normas alimentarias, la agricultura orgánica es “un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistema, la diversidad biológica, los ciclos biológicos y actividad biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, en forma armónica, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema. (Cespedes, 2005)

La Federación Internacional De Movimientos De Agricultura Orgánica (IMFOAM) define como agricultura orgánica o ecológica a “todos los sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles desde el punto de vista ambiental social y económico”. Estos sistemas parten de la fertilidad del suelo como base para una buena producción. Así, respetando las



exigencias y capacidades naturales de las plantas, los animales y el paisaje, se busca optimizar la calidad de la agricultura y el medio ambiente en todos sus aspectos. (Cespedes, 2005)

En la mayoría de países del mundo, el principal propósito es regresar a la agricultura limpia y amigable con nuestro planeta, debido a los beneficios que proporciona la misma ya sea con la salud del hombre y los demás seres vivos. Por otro parte, en la actualidad se ha incrementado la demanda de productos sanos para el consumo, aún más los productos orgánicos certificados los mismos crecen en forma acelerada y lineal. (Garcia J. , 2002)

La producción orgánica en el mundo continúa creciendo de forma acelerada y en los países de Latinoamérica no es la excepción. De los 130 países que cultivan productos orgánicos de forma industrial 90 países están en desarrollo y corresponden al 69 % de países. En los últimos 10 años la producción orgánica mundial se ha incrementado entre el 25 – 30 % por año y en los últimos 4 años el mercado internacional se ha duplicado. (Garcia J. , 2002)

De acuerdo al MERCOSUR, Argentina es el segundo bloque comercial de productos orgánicos en el mundo después de la Unión Europea con una superficie cultivada de 3.192.000 ha. Latinoamérica tiene una gran diversidad de productos orgánicos cultivados y esta es la razón por la cual sus principales consumidores son Los Estados Unidos, seguido de la Unión Europea y Japón. (Cespedes, 2005).

2.1 Sistemas de Policultivos.

Radica en la siembra de dos a más cultivos dentro de un mismo terreno o un área determinada establecidos no necesariamente al mismo tiempo, está



encaminado en satisfacer las necesidades de los integrantes de familia y por esta razón eran establecidos en áreas pequeñas. Por lo general se busca determinar asociaciones entre cultivos que sean compatibles, que tengan beneficio mutuo y distanciamiento. (Kolmans & Vasquez, 1999)

Al establecer un sistema de siembra o una asociación de cultivos se debe tomar en cuenta que tanto el sistema radicular y sus características vegetativas sean diferentes, ya que, de esta manera obtenemos una mejor utilización de los distintos niveles de superficie y dentro del suelo aprovechando mejor los nutrientes dispuestos en el mismo. (Kolmans & Vasquez, 1999)

Un claro ejemplo es la tradicional asociación de Maíz + Frejol + Zapallo: el maíz se aprovecha de la luz solar en la parte más alta, en la parte media el frejol utilizando al maíz como tutor y por último el zapallo en la parte baja con un menor requerimiento de luz. El enraizamiento del maíz se da de manera superficial y del zapallo enraíza a mediana profundidad por lo que los nutrientes son aprovechados a diferentes niveles. (Kolmans & Vasquez, 1999)

Otra consideración importante es el aporte de excreciones radiculares que favorecen a una actividad diversa y equilibrada del edafón. Una asociación con estas características permite además fijar el nitrógeno en el suelo, aprovechar la humedad de las capas más profundas, mejorar la bioestructura del suelo, mayor aporte de biomasa que volverá al suelo. (Kolmans & Vasquez, 1999)

Por el contrario, en el monocultivo por ejemplo, el maíz que por su enraizamiento superficial, genera compactación del suelo, desequilibrios



nutricionales, erosión, susceptibilidad a plagas y enfermedades, ineficiencia en el uso del agua, baja producción de materia orgánica. (Kolmans & Vasquez, 1999)

2.2 Cultivo de maíz.

2.2.1 Introducción.

El cultivo de maíz es importante por ser uno de los principales cereales en la alimentación de Latinoamérica y en el resto del mundo, se adapta a diferentes condiciones edáficas y ecológicas. (Paliwal, 2001)

Hoy en día es el segundo cultivo del mundo por su alta producción, después del trigo, el primer cereal en rendimiento de grano por ha y el segundo después del trigo en producción total (Paliwal, 2001)

Tiene una alta demanda a nivel mundial dependido a sus variadas formas de uso y una gran importancia económica ya sea como alimento para el ser humano, alimento para los animales o como materia prima de varios productos industriales. (Paliwal, 2001).

2.2.2 El Cultivo del maíz en el Ecuador.

En el Ecuador el maíz es un cultivo de importancia de ámbito nacional, no solo por producción sino también por consumo. La producción de maíz del Ecuador está centrada en las provincias de Los Ríos, Manabí y el Guayas sumando una participación del 72,29% de la producción nacional. (SEAN, 2011)

En el Ecuador hay una gran variedad de maíz, cada una de estas adaptadas a distintas altitudes, tipos de suelos y ecosistemas. De acuerdo Ecuaquímica (2015) existen 25 variedades o razas de maíz ecuatoriano y el 18% de las colecciones de



maíz del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo proviene del Ecuador.

2.2.3 El cultivo del maíz como policultivo.

El sistema de siembra de policultivos representa una parte importante en el paisaje agrícola de muchas partes del mundo. Sin embargo antes de establecer el sistema se debe tomar en consideración ciertos principios fundamentales como los factores fisiológicos, agronómicos, genéticos, patológicos, entomológicos, económicos, nutricionales y culturales entre los más importantes. (Guzman, 2008)

El Maíz es uno de los más utilizados como monocultivo, policultivo o para las asociaciones de cultivos debido a su fácil adaptabilidad a diversas condiciones ecológicas y edáficas. Estudios realizados demuestran que el maíz tiene una óptima producción sembrado como monocultivo debido a que no tiene competencia con ninguna otra especie, ya sea por la disposición de luz, disponibilidad de los nutrientes o por el agua (Ruiz, 2009), sin embargo Guzmán (2008) indica que el maíz sembrado en asociación es el más eficiente en uso de suelo en comparación con los monocultivos.

2.2.4 Características Botánicas.

El maíz es una planta de producción anual, de gran desarrollo vegetativo, posee hojas alargadas lanceoladas que se encuentran envolviendo al tallo las mismas poseen unas vellosidades en el haz, tienen una inflorescencia monoica presentando una flor masculina y otra femenina, el sistema radicular fasciculado y unas raíces secundarias que por lo general son adventicias, el tallo simple recto con

entrenudos sin ramificaciones con una médula es esponjosa y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura. (Ortas, 2008)

A demás es una planta tipo C4, lo cual le proporciona el beneficio de la continua respuesta al incremento de la radiación hasta la plena luz con bajos niveles de foto-respiración. Estas características son sumamente adecuadas a las altas temperaturas y a las altas intensidades de luz que se encuentran en las zonas tropicales. (FAO, 2001)

2.2.5 Exigencias edafológicas

Clima: Requiere temperaturas entre 25° y 30°C. Para su germinación. La temperatura óptima oscila entre 20° a 25°C. Para la floración la temperatura requerida es de 20° a 30°C. Requiere gran cantidad de luz en las zonas de clima húmedo. Puede soportar hasta 8° C. y a partir de los 30° C puede presentar problemas por la mala absorción de nutrientes, minerales y agua. (Guacho, 2014)

Riego: se cultiva bajo la influencia del temporal, es decir, cuando comienza la época invernal tanto en la sierra como en los valles cálidos. Se recomienda riegos por goteo o por aspersión. La época más crítica del maíz es durante la floración (no debe faltar el agua durante las dos semanas antes y dos semanas después de la misma). Se debe evitar el punto de marchites ya que influye directamente con la producción. (Eguez & Pintado, 2011)

Suelo: se adapta a cualquier tipo de suelo con un pH de entre 6,5 a 7,5. Suelos profundos ricos en materia orgánica con un buen drenaje para evitar encharcamientos. (Guacho, 2014)

2.2.6 Labores Culturales.

Preparación del suelo: Se debe realizar con suficiente anticipación (mes antes) para aflojar el terreno, destruir terrones, nivelar, eliminar malezas, descomponer e incorporar los residuos, esto se consigue con la pasada de arado, una de rastra y una cruza; si la preparación es mecánica se deben hacer dos pasadas perpendiculares una de la otra para evitar encharcamiento en el terreno con una profundidad de 15 a 20 cm. En labranza cero se deben rozar el suelo y luego de las primeras lluvias se deberá aplicar el herbicida. (Eguez & Pintado, 2011)

Siembra: La fecha adecuada dependerá de la época de lluvias de cada zona, por lo general en la sierra sur y en zonas sobre los 2200 msnm inicia el mes de septiembre hasta el mes de diciembre, pero esto será variable dependiendo de la región y país, la distancia de siembra en monocultivo es de 0,80cm entre surcos y de 0,25 entre plantas. En asociación se siembra a 0,80 cm entre surcos y 0,50 cm entre plantas, se deberá depositar dos semillas de maíz y una de frejol. (Eguez & Pintado, 2011)

Fertilización: previo a una adecuada fertilización se necesita un análisis químico del suelo previo a la siembra. Al no disponer de este, la recomendación general para un suelo de mediana fertilidad será la siguiente:

Tabla 1.-Recomendación general para la fertilización de un suelo de mediana fertilidad.

Cultivo	Kg/ha			
	N	P2O5	K2O	S
Maíz	80	50	10	10

(INIAP, 2004)

Época de aplicación: Todo el 18-46-0, Sulpomag y 1 saco de Urea a la siembra, el resto de Urea aplicar a los 45 días después de la siembra. (INIAP, 2004)

Tabla 2. Recomendación de fertilización para maíz-frejol en asociación.

Cultivo	Kg/ha			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
Maíz-fréjol	60	60	20	20

(INIAP, 2004)

Tabla 3. Cantidad de fertilizantes en sacos / ha.

Fertilizante	Cantidad (sacos/ha.)
18-46-0	2,5
Sulpomag	2,0
Urea	1,5

(INIAP, 2004)

Forma de aplicación: Para labranza mínima aplicar el fertilizante a chorro continuo al fondo del surco y en labranza cero aplicar al fondo del hoyo, tapar el fertilizante y sembrar. (INIAP, 2004)

2.2.7. Las Chacras.

Es un cultivo en el que conviven una serie de plantas, con tecnologías y calendarios propios de cada lugar y en el pasado promovían el bienestar y la armonía de los pueblos. (Cantero, 2012)

La chacra se siembra en hileras de maíz con poroto y se intercalan algunas filas o hileras de cebada (*Hordeum vulgare* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), haba (*Vicia faba*



L.), antiguamente también quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). Hay además plantas dispersas de achogchas (*Cyclanthera pedata* L.), papas (*Solanum tuberosum* L.), ocas (*Oxalis tuberosa* Molina.), mellocos (*Ullucus tuberosus* Caldas.), jícamas (*Pachyrhizus erosus* L.) y se dejan prosperar plantas de ataco, bleo y paico. En los extremos se dejan plantas de chocho. Por último, cuando las plantas de maíz han adquirido cierto desarrollo y pueden competir, se siembran zambos y zapallos que cumplen con dos objetivos: Eliminar la presencia de plantas no deseadas y cubrir el suelo para evitar el efecto erosionado de las lluvias. (Cantero, 2012)

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales, equipos y herramientas.

3.1.1 Equipos.

3.1.1.1 Equipos de campo.

- Balanza electrónica
- Bomba de agua
- GPS
- Cámara fotográfica



3.1.1.2 Equipos de oficina.

- Computadora
- Impresora
- Software estadístico spss.

3.1.1.3 Equipos de laboratorio.

- Cajas Petri
- Pipetas
- Mechero
- Varilla
- Balanza
- Microscopio
- Cubre objetos

3.1.2 Herramientas

- Azadones
- Picos
- Aspersores
- Cierre
- Martillo
- Clavos
- Tiras de madera (4x2)
- Manguera (poli tubo de 2 pulgadas)
- Uniones (2 pulgadas)



3.2 Metodología de la Investigación.

3.2.1 Localización geográfica

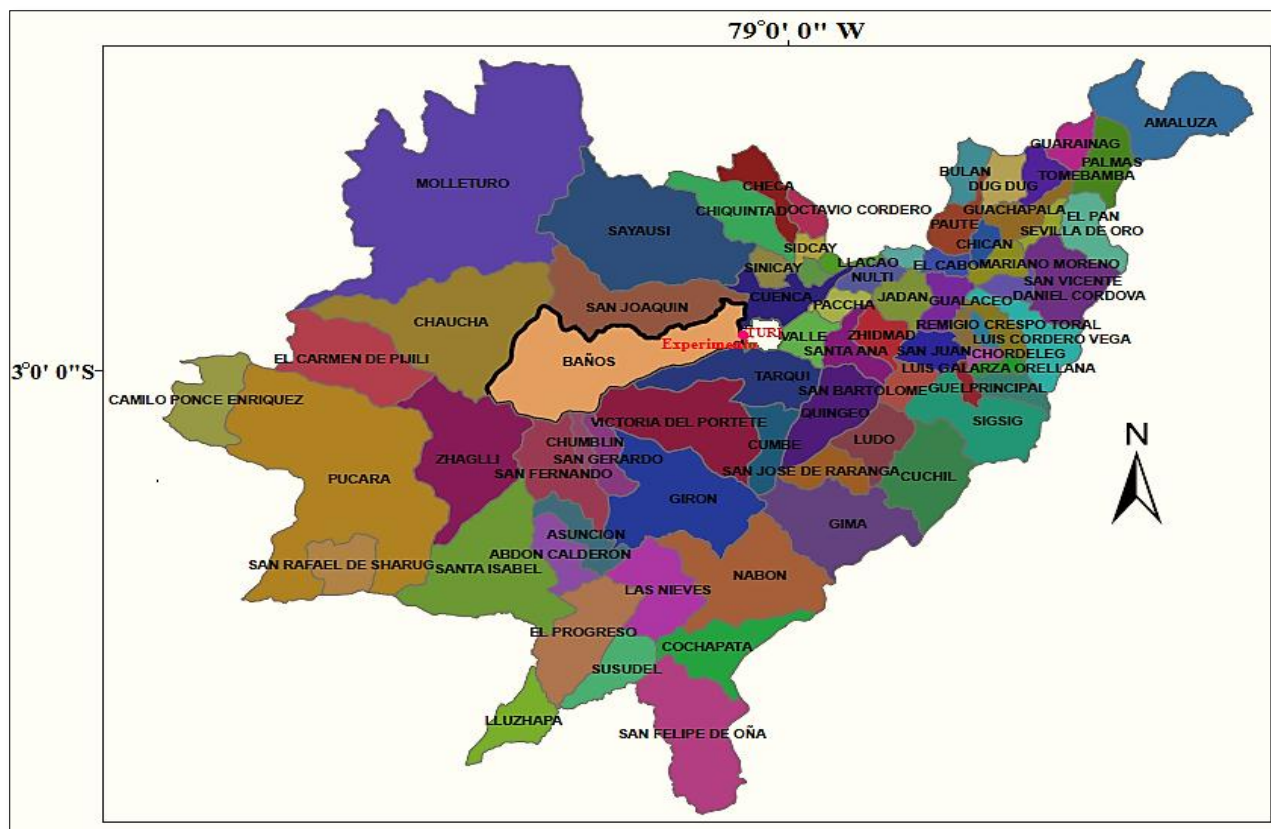


Figura 1.- Ubicación del área de estudio en el mapa parroquial del cantón Cuenca.

Tabla 4.- Localización geográfica y condiciones medioambientales del lugar de investigación.

Provincia	Azuay
Cantón	Cuenca
Parroquia	Turi
Calle	Camino vecinal/Rumiloma s/n
Latitud	17m0717379
Longitud	9674646
Altitud	2589 msnm
Temperatura promedio	16,3 °C
Pluviosidad Anual	789,45 mm

3.2.2 Trabajo de campo.

Está representado con la distribución al azar de las repeticiones dentro del área de estudio, manejo del cultivo, el establecimiento y la siembra de los tratamientos, monitoreo y el muestreo de los tratamientos durante un ciclo de cultivo.

3.2.2.1 Distribuciones de las repeticiones.

Tabla 5.- Distribución de los tratamientos en el área de estudio con un diseño completamente al azar (dca).

Maíz T1R4	Chacra T3R4
Maíz + Frejol T2R4	Maíz T1R3
Maíz T1R2	Chacra T3R2
Maíz + Frejol T2R2	Chacra T3R3
Maíz + Frejol T2R1	Maíz T1R1
Chacra T3R1	Maíz + Frejol T2R3



Figura 2.- Lote de terreno en donde se llevó a cabo el experimento.

3.2.2.2 Manejo del cultivo.

Se realizaron las labores agrícolas necesarias para el manejo de un cultivo de maíz.

- **Preparación del terreno.**

Se eliminó mediante desbrozo la maleza y restos de cosecha existentes en la parcela experimental. Se realizó una labor de arado del terreno.

- **Medición y distribución de parcelas:** se realizó conforme al Diseño experimental.
- **Distribución de las plantas:** el distanciamiento entre columnas fue 0,80 m y entre plantas 0,80 m. En el tratamiento T3, los cashiles tanto del haba y la avena se colocaron en el intermedio de las hileras.
- **Siembra:** se realizó de forma manual, con azadón depositando 3 semillas por golpe a una profundidad de unos 5 cm en el tratamiento T1 (Maíz). Para el tratamiento T2 (Maíz + Fréjol) se colocaron tres semillas

de maíz más una de fréjol y para el tratamiento T3 (Chacra) se colocaron de igual manera tres semillas de maíz, dos de frejol y los cashiles el haba a choro continuo y la avena a choro continuo.

- **Raleo:** se efectuó entre los 15 – 20 días posteriores dejando dos plantas de maíz y en el tratamiento T2 (Maíz + Frejol) y el Tratamiento (Chacra) se dejaron dos plantas de maíz y una de frejol por sitio.
- **Control de malezas:** se realizaron dos controles de forma manual utilizando azadones. El primero se efectuó dentro de los primeros 15 - 20 días (deshierbe) y el segundo se lo realizó a los 90 días (aporcado).
- **Control fitosanitario:** se realizó un control del insecto Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) plaga durante todo el ciclo de cultivo, utilizando Piretrin (Piretrina) 0.08 cc/litro para los tres sistemas de siembra aplicados.
- **Riego:** el maíz es un cultivo exigente en agua. Las necesidades varían de acuerdo a las fases del cultivo. Durante la germinación requiere menos cantidad de agua pero manteniendo una humedad constante y en la fase de crecimiento vegetativo necesita mayor cantidad de agua. La fase de la floración es el periodo más crítico porque de ello depende el periodo de la polinización y el llenado de los granos que influye directamente en el rendimiento. El cultivo de maíz en sus diferentes fases fenológicas requiere como mínimo de 700 mm, distribuidos 300 mm en la fase vegetativa, 200 mm en la fase de floración y 200 mm en la fase reproductiva. (Martinez, 2014)
- **Cosecha:** se la realizó de forma manual y en tierno.

3.2.2.3 Ubicación e identificación de las repeticiones en el predio.

La investigación se llevó a cabo en un área de 3456 m² ubicado en la parroquia Turi del cantón Cuenca. Se realizaron 12 parcelas de 12m x 12m, se distribuyó los tratamientos al azar, cada uno de sus tratamientos con su identificación correspondiente. El experimento ocupó un área de 1728 m² (74 m de largo por 24 m de ancho).

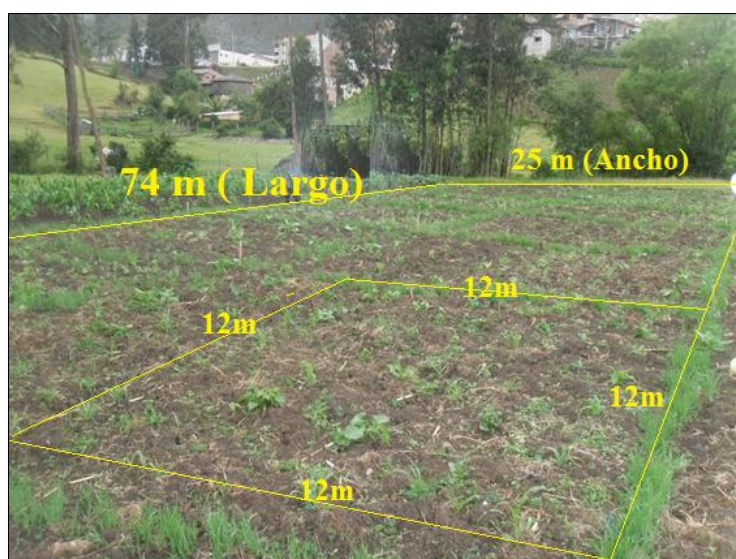


Figura 3.- Dimensiones del lote y de la parcela en el terreno.



Figura 4.- Identificación individual de los tratamientos en las parcelas

3.2.2.4 Monitoreo.

Una vez establecidos y distribuidos debidamente cada uno de los tratamientos con sus repeticiones, se realizó las labores necesarias para un normal desarrollo del cultivo.



Figura 5.- Preparación del terreno.

Figura 6.- Distribución e identificación de las parcelas de los diferentes tratamientos y repeticiones.



Figura 7.- Plantas germinadas a los 15 días. plantas a los



Figura 8.- Deshierbe manual de las parcelas.

3.2.2.5 Toma de muestras de suelo y Metodología de muestreo

El muestreo del área de estudio se realizó en dos etapas:

- Primera etapa: muestreo antes de la aplicación de los tres tratamientos.
- Segunda etapa: muestreo después de la aplicación de los tres tratamientos.

El procedimiento utilizado para la toma de muestras fue el siguiente:

▪ Primer Muestreo:

Se tomaron 5 sub-muestras de 0,90 kg de suelo en forma aleatoria de toda el área de estudio, luego se las mezclaron para obtener una muestra compuesta en un recipiente limpio, para luego tomar una muestra de 2 kg y enviar al laboratorio, etiquetadas e identificadas correctamente.



▪ **Segundo Muestreo:**

Igual que el primer muestreo, pero se lo realizó al final del experimento.

3.2.3 Investigación de laboratorio.

3.2.3.1 Análisis Físico químico.

Para el análisis las muestras fueron enviadas a los laboratorios de Agro-Calidad y de la Universidad de Cuenca respectivamente.

3.2.2.2 Análisis biológico.

Muestreo del suelo: las condiciones del suelo, desde la recolección hasta la culminación del ensayo se deben considerar, debido que la temperatura, la disponibilidad de oxígeno, el contenido de agua y el tiempo de almacenamiento afecta enormemente a la muestra y de esta manera afecta a los procesos que intervienen en ellos.

Toma de Muestras: existen variados métodos para recolectar una muestra representativa: muestreo al azar, muestreo al azar estratificado, muestreo en áreas de referencia y muestreo en gravilla. En este ensayo se utilizó el muestreo al azar ya que consiste en recolectar submuestras que luego son mezcladas para lograr una muestra compuesta.

Equipo de muestreo: luego de haber determinado el método de muestreo es necesario determinar la herramienta adecuada, para este ensayo se utilizó un cilindro metálico (6cm x 8cm), una navaja y bolsas plásticas.

Procesamiento y almacenamiento: Las muestras deben ser procesadas en el menor tiempo posible después del muestreo, pasadas por un tamiz de 2mm,



removida y desmenuzada con frecuencia a temperatura ambiente para evitar el secado excesivo en la superficie, almacenarlas en oscuridad a $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ con acceso de aire libre. El adecuado uso de las bolsas plásticas atadas de una forma holgada, es esencial ya que de esta manera no permite que la muestra se seque o se sature de agua durante el almacenamiento y no almacenar una sobre otra.

Método de aislamiento

Dilución en Placa: consiste en suspender el suelo en agua destilada o soluciones de agar (0,05-0,2%) dextrina o carboximetil celulosa (0,1-0,2%) para posterior a la sedimentación, realizar la siembra en cajas Petri con agar. Se utilizó esta técnica para cuantificar los microorganismos en placa de cultivo realizando diluciones de suelo, por consiguiente se obtuvo un estimado de la población cultivable en el medio de cultivo.

Procedimiento: se realizaron diluciones seriadas de las muestras en agua destilada, se tomó 1 g de la muestra y se diluyó en 99 cc de agua destilada obteniendo una dilución de 10^{-2} luego se tomó 1 ml y la transferimos a un tubo con 9 ml de agua destilada obteniendo una dilución de 10^{-3} procedimos a colocar 0,1 ml de la dilución en el centro de la caja Petri con el medio de cultivo correspondiente (PDA: Hongos; AGAR NUTRITIVO: Bacterias) esparciéndola homogéneamente por toda la caja para asegurar el conteo posterior de las colonias de hongos y la determinación de las bacterias (tinción de Gram). Las cajas fueron colocadas dentro de la incubadora de 3 a 6 días a 25°C para observar el crecimiento de las colonias de hongos y para bacterias las cajas fueron llevadas a la incubadora a 30°C por un tiempo de 3 a 7 días en ausencia de luz.



Una vez transcurrido el periodo dentro de la incubadora y observando la presencia de colonias formadas dentro de las cajas con medio de cultivo, procedimos al conteo de las colonias de hongos formadas y a la identificación de las cepas para lo cual los criterios que se utilizaron en la identificación de los hongos se basó en la caracterización macroscópica y morfología microscópica tomando en cuenta la identificación de hifas, esporas sexuales y para determinación de las bacterias fue mediante el método de Tinción de Gram bajo microscopio.

3.2.3 Productividad del cultivo mediante el Valor neto y Eficiencia.

Se analizaron los tres sistemas de producción de estrato medio, característicos de la zona y empleados por nuestros agricultores. Los sistemas de siembra analizados fueron: un policultivo de maíz y dos asociaciones de cultivos uno compuesto por maíz y frejol y el otro una chacra compuesta por maíz, frejol, haba, avena y arveja. Se calculó la eficiencia (rendimiento de la producción con un adecuado uso de los recursos) para los tres modelos productivos considerando cada una de las entradas y salidas (anexo 18) del sistema para un ciclo de cultivo. (Cieza & Flores, 2007)

La entrada de cada sistema se calculó en base a los datos en relación de las labores, insumos, mano de obra utilizados para la producción de cada uno de los sistemas establecidos. Las salidas fueron calculadas para cada uno de los sistemas como rendimiento o producción del sistema. (Cieza & Flores, 2007)

Por otra parte, se calculó el ingreso neto de los sistemas de siembra utilizados como: ingreso bruto (costos directos de producción). Para el cálculo del valor neto



se utilizó los precios de mercado de la región, y los costos de cada actividad se calcularon como la cantidad de insumos utilizados (precio de los insumos).

3.2.4 Método estadístico.

3.2.4.1 Diseño estadístico.

El diseño estadístico usado es una distribución completamente al azar con tres tratamientos (T1, T2, T3) y cuatro repeticiones. Para la diferenciación de medias la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)

- Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico: SPSS.



CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1.1 Población de bacterias y hongos, calidad biológica del suelo antes y después de la introducción de tres sistemas de siembra

Tabla 6.- Géneros de hongos y bacterias encontrados antes y después de la aplicación de los tratamientos.

MUESTRAS	INICIAL	FINAL T1	FINAL T2	FINAL T3	
Géneros	HONGOS				
<i>Fusarium</i>	1	1	0	0	R
<i>Cladosporium</i>	1	1	1	1	esul
<i>Aspergillus</i>	1	1	0	1	tado
TOTAL	3	3	1	2	
	BACTERIAS				s
<i>Bacillus sp.</i>	1	1	0	0	del
<i>Streptococcus</i>	0	0	1	1	
TOTAL	1	1	1	1	anál

isis en los Anexos 11-14

Luego de analizar las muestras, se evidencio que en la muestra inicial existían 3 tipos de hongos: *Fusarium*, *Cladosporium* y *Aspergillus*; y posterior a la aplicación, en el tratamiento 1 (maíz) no se presentó variación alguna en la presencia de estos. Sin embargo, el tratamiento 2 (maíz + frejol) exhibe la presencia del hongo *Cladosporium*. También se puede evidenciar la presencia de dos tipos de bacterias en el área de estudio: *Bacillus sp* y *Streptpcoccus*. En la muestra inicial como en la muestra del tratamiento 1 se tienen la presencia de la bacteria *Bacillus sp*; mientras que en la muestra de tratamiento 2 y 3 se observó *Streptpcoccus*.

4.1.2 Propiedades físico químicas del suelo antes y después de la introducción de tres sistemas de siembra.

Tabla 7.- Resultados obtenidos tras los análisis realizados en el área de estudio antes y después de la aplicación de los tres tratamientos o sistemas de siembras.

PARÁMETROS	INICIAL	TRATAMIENTO 1	TRATAMIENTO 2	TRATAMIENTO 3
pH	6,15	6,59	6,64	6,49
Materia Orgánica	4,46	3,76	3,85	3,31
Conductividad E	0,48	0,15	0,15	0,13
Carbonatos	0,25	0,25	2,75	0,75
Potasio	1,02	0,67	0,64	0,49
Calcio	18,78	16,02	16,78	16,64
Magnesio	4,92	4,65	4,95	4,20
Sodio	0,42	0,09	0,44	0,17
Bases totales	25,14	21,43	22,81	21,51
CIC	16,69	17,54	18,36	18,30
Densidad Aparente	1,10	1,17	1,18	1,14
Arena %	34	30	30	32
Limo %	32	36	32	30
Arcilla %	34	34	38	38

Resultados del análisis en los Anexos 1- 8

En los resultados obtenidos en los análisis de suelos muestran que los niveles de pH se encuentran en el rango óptimo de 5,5 y 7,0 (Perry, 2003) para la producción agrícola, tanto en la muestra inicial como en las muestras finales de los distintos tratamientos; sin embargo, dentro de este rango óptimo, el tratamiento 1 (T1) y tratamiento 3 (T3) tienen una denominación ligeramente acida, mientras que el tratamiento 2 (T2) asciende a pH neutral.

En cuanto a la materia orgánica presentan variaciones en los tres tratamientos (Tabla 7), la conductividad eléctrica ha disminuido de 0,48 (Muestra inicial) a 0,13 (Muestra final), el análisis también revela que los porcentajes tanto



para la muestra inicial y las muestras finales son menores al 15% de carbonatos totales en el suelo.

De acuerdo a los resultados observamos que todos los tratamientos experimentan una mayor capacidad para retener e intercambiar nutrientes, siendo el tratamiento 2 (T2) el que experimenta una mayor capacidad (18,36).

A lo que refiere al K (Potasio) en la muestra inicial con 1,02 encontrándose en un nivel alto de acuerdo Rioja (2002) y las muestras finales se encuentran en un nivel normal.

En la Tabla 7 muestra una densidad baja tanto para la muestra inicial como para los distintos tratamientos; generalmente, equivale a más porosidad y mayores agregados del suelo, es decir se considera una textura franco arcilloso del suelo en estudio (Taboada & Alvarez, 2008).

4.1.3 Productividad del cultivo mediante el rendimiento y Eficiencia.

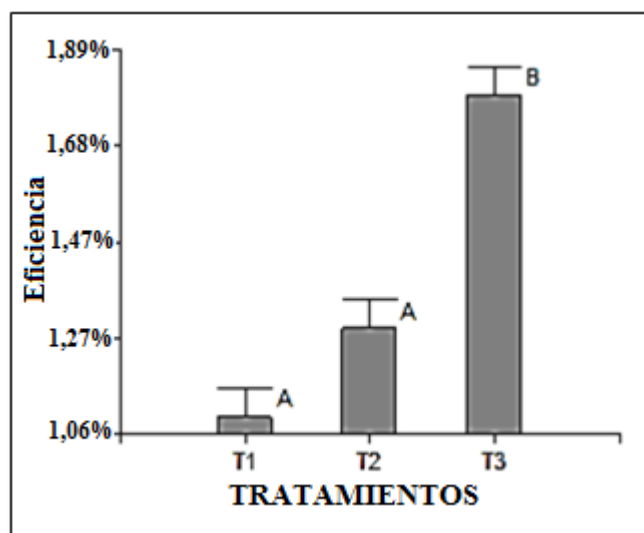
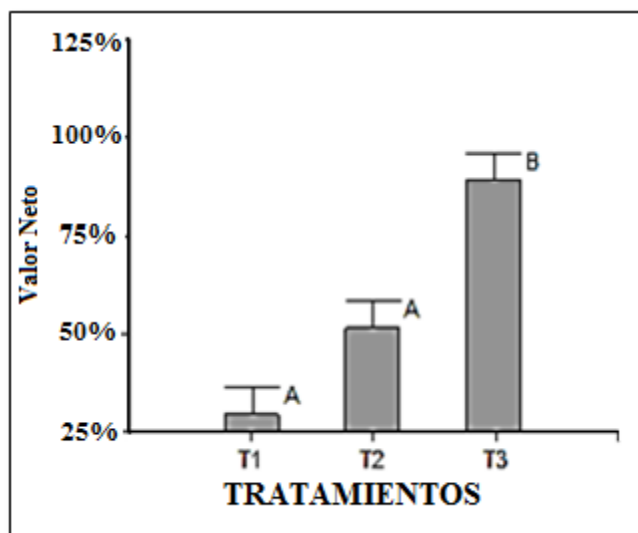
4.1.3.1 Prueba de normalidad Shapiro-Wilks

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks en los resultados de valor neto y eficiencia, se obtuvo que, los parámetros analizados si cumplen con el supuesto de normalidad ($P < 0,05$), por lo que se utilizó el análisis de varianza paramétrico.

Tabla 8.- Sumatorias de Medias y el Error estándar de la eficiencia y valor neto.*

	T1		T2		T3	
	Promedio	E.E	Promedio	E.E	Promedio	E.E
EFICIENCIA	1,10a	0,37	1,29a	0,058	1,79b	0,72
VALOR NETO	3,05a	1,07	8,66a	1,72	24,93b	2,25

* Letras diferentes (a.b) indican significancia estadística ($P < 0,05$) según la prueba de Tukey.



4.1.3.2 Valor neto y eficiencia

Figura 9.- Gráfico de barras de la productividad de los sistemas de siembra mediante valor neto y eficiencia.



CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.

El estudio de los sistemas agrícolas diversificados dentro de un sistema de producción mayor, nos facilita entender el funcionamiento y las ventajas que proporcionan los sistemas de policultivos en la producción agrícola; Cruz (2013) enumera las ventajas más relevantes como la estabilidad productiva y estabilidad económica. Para Liebman (1997) se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo o aislada. Gran parte de los países en desarrollo han visto la necesidad de elevar la producción agrícola, pero las zonas destinadas a la producción agrícola se han reducido proporcionalmente por los problemas socioeconómicos, por lo que surge la necesidad de implementar técnicas ya conocidas para la producción más en menos, esto quiere decir elevar la producción diversificando los productos dentro de una misma área lo que se consigue asociando los cultivos o implementando el sistema de policultivo. (Liebman, 1997)

García (2010) menciona que la calidad del suelo se define en términos de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Entre estas propiedades la Materia Orgánica (MO) es considerada como una de los más importantes indicadores de la calidad del suelo y de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. La importancia de la MO radica en su relación con numerosas propiedades del suelo y el contenido de MO está determinado por factores de formación (tiempo, clima, vegetación, material parental, manejo (afecta el contenido de MO)). La siembra directa, la rotación y el mantener o elevar los niveles de fertilidad, estos tres aspectos interactuando entre sí



contribuyen en la acumulación y estabilización de los contenidos de MO, condición que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Según Gliessman (2002), los procesos naturales de formación y desarrollo del suelo toman un tiempo considerable. Esto puede ser una de las consecuencias, por lo cual, en este ensayo no se observó cambios relevantes en las propiedades del suelo tanto biológicas y físicas químicas.

Gómez (2011), menciona que entendiendo la complejidad de los suelos usualmente es difícil separar las funciones del mismo (Químicas, físicas y biológicas), debido a que estos procesos son normalmente dinámicos e interactivos.

Las propiedades biológicas del suelo son muy importantes, ya que está constituida por la micro fauna del suelo, por lo tanto están asociadas a la presencia de materia orgánica y formas de vida como: hongos, bacterias, nematodos, insectos y lombrices, los mismos mejoran las condiciones del suelo, acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica, entre ellos ocurren procesos de antagonismo que permite un balance entre las poblaciones ya sean estas dañinas o benéficas (Sanlondo, 2014).

Según la presente investigación se identificaron los de hongos: *Fusarium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* y la bacteria: *Bacillus sp* en el suelo antes y después de la aplicación de los sistemas de siembra, por ello, el adecuado estudio de las propiedades del suelo proporcionarían datos relevantes que permiten conocer aspectos importantes en el desarrollo de los cultivos. En cuanto a las propiedades físico químicas del suelo se observaron que existen proyecciones que deberían ser analizadas como la del pH con un valor en la muestra inicial de 6,15 y la obtenida en



las muestras finales con valores de T1: 6,59; T2: 6,64 y T3 6,49, como lo indica la tabla 7. En la capacidad de intercambio catiónico muestra inicial 16,69 y las muestras finales para T1: 17,54; T2: 18,36 y T3: 18,30. Por lo tanto los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en cuanto se refiere a las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo entre las muestras inicial y final de los sistemas de siembra establecidos en este ensayo.

Gómez (2011) realizó un estudio de comparación de propiedades edáficas y procesos de ecosistémicos entre plantaciones de bosque, obteniendo resultados no significativos, estableciendo que es importante entonces tener en cuenta que en el suelo hay muchos factores que afectan a la habilidad de los microorganismos para expresar su actividad, una alternativa complementaria para determinar la actividad de los microorganismos será el uso de herramientas de biología molecular y bioquímica, que pueden mejorar la comprensión de las relaciones entre estructura y función de las comunidades microbianas y los efectos de los distintos factores.

En cuanto al valor neto y eficiencia se debería señalar que, las utilidades de los sistemas de cultivos pueden variar considerablemente de un año a otro (Sarandón, 2002). De esta forma, el rendimiento económico de los sistemas de policultivos necesita una mayor investigación, más que unas pocas temporadas de cultivo para verificar su valor neto y eficiencia; Brotons (2011) evaluó 14 cultivos durante 9 meses de producción en monocultivo y tres diferentes policultivos, obteniendo buenos rendimientos en los policultivos (hasta 5 veces mayores), en este estudio se pudo observar una variación significativa en cuanto al valor neto y eficiencia del policultivo, como se evidencia en la figura 16 respectivamente. De



igual forma indica el valor neto en el Tratamiento 1 (maíz) es de 29,49 % en comparación con el tercer tratamiento (chacra) que es de 94,14 %. En cuanto a la eficiencia del tratamiento 1 (maíz) representa 1,10 de eficiencia de cultivo, mientras que el tratamiento 3 (chacra) representa un 1,79 de eficiencia, dando un aproximado de 82 % más eficiente que los tratamientos T1 (maíz) y T2 (maíz + frejol) (Anexo 20-21). Hill (2011) comparo la producción, evaluó UET, UTF e ingresos brutos de los policultivos en diferentes combinaciones con sus contrapartes en monocultivos, el estudio incluyo cinco monocultivos y nueve combinaciones (policultivos) de los mismos los mejores rendimientos se obtuvieron en cualquier policultivo que en un monocultivo.

Gutiérrez (2007) establecen que del sistema de policultivo maíz-frejol-calabaza se ha obtenido rendimientos de 218 % de producción por hectárea, lo que significa utilidades de 1013% más rentable que el monocultivo de maíz.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

1. Los análisis de las propiedades físico químicas durante el tiempo de aplicación de los diferentes sistemas de siembra no presentaron cambios significativos en sus propiedades. Sin embargo, presentaron una ligera proyección en ciertos elementos como el sodio y el intercambio catiónico. En cuanto a otros parámetros analizados como el Potásico, Cálculo y el Magnesio demostraron una ligera disminución.
2. En el análisis biológico del suelo no presentó un cambio significativo con referencia al crecimiento de hongos o bacterias ya que el método utilizado para el mismo no proporciono datos relevantes, por lo que deberíamos determinar un método más preciso.
3. La producción dentro de los diferentes sistemas de siembra establecidos en esta investigación presenta su valor más alto en el tercer sistema (Chacra). Esto determina que la variabilidad de un cultivo tiende a elevar la rentabilidad de un policultivo, es decir, que estos resultados manifiestan una mayor producción en un sistema policultivo vs a un monocultivo en base a un mejor uso del suelo y de los recursos.



5.2 Recomendaciones.

1. Con la finalidad de obtener resultados más específicos se recomienda realizar ensayos con un tiempo más prolongado, es decir, realizar periodos de cultivo más largos para obtener más datos, en cuanto a los análisis físicos químicos y biológicos del área de estudio.
2. Elaborar esta investigación de forma conjunta con las comunidades u organizaciones productoras de maíz y de esta manera estar al tanto sobre la importancia de la implementación de estos sistemas de cultivo en la siembra de maíz, ya que es la oportunidad de mejorar su producción e ingresos económicos cuidando el medio ambiente.
3. Diseñar o planificar nuevas alternativas de asociaciones de cultivos o policultivos, previo a la implementación de un sistema en base a los análisis de suelos ya que de la correcta asociación dependerá la eficiencia de la producción.

CAPÍTULO 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agro, E. (2012). El agro y la importancia en la economía. *Revista El Agro* , 1-2.
- Barbaro, L., Kalanian, M., & Mata, D. (2014). Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica(CE) en los sustratos para las plantas. *INTA*, 7,8,9.
- Brotons, F. A. (Noviembre de 2011). *ZAMORANO CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/304/1/T3076.pdf>
- Cantero, P. A. (2012). *Sara Llakta El Gran Libro del Maiz*. Cuenca: Ministerio de Inclusión Económica y Social, 2012.
- Cespedes, M. (2005). *Agricultura organica Principios y practicas de produccion*. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33207.pdf>
- Cieza, R., & Flores, C. (2007). SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ESTRATEGIAS DE DIVERSIFICACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA CUENCA DEL SALADO, ARGENTINA. En R. Cieza, & C. Flores, *SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS ESTRATEGIAS DE DIVERSIFICACIÓN DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA CUENCA DEL SALADO, ARGENTINA*. (págs. 265-266). Buenos Aires: Bras. Agroecología.
- Cruz, I. O. (2013). *Manual para el cultivo del maiz en honduras*. Obtenido de <http://www.dicta.hn/files/Manual-cultivo-de-MAIZ--III-EDICION,-2013.pdf>
- Díaz, e. a. (2012). USO EQUIVALENTE DE LA TIERRA EN LA COMBINACIÓN. *CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 95.
- Dumorné, K. (2012). *DIAGNÓSTICO ECONÓMICO-FINANCIERO Y PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA DE TRES CENTROS DE ACOPIO DE LECHE VINCULADOS AL CENTRO DE GESTIÓN DE PAILLACO, REGIÓN DE LOS RÍOS, CHILE, ESTUDIO DE CASOS*. VALDIVIA-CHILE: Fundación Universitaria Andaluza Inc.
- Ecuaquímica. (2015). Cultivo Maiz. *Hace bien* .
- Eguez, J., & Pintado, P. (2011). GIA PARA LA PRODUCCION DE MAIZ EN LA SIERRA SUR DEL ECUADOR. *Boletín divulgativo*, 11;12,.
- FAO. (2001). *El Maiz en los trópicos: Mejoramiento y Produccion*.



- FAO. (2003). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s06.htm>
- FAO. (Junio de 2013). *Deposito de documentos de la FAO*, 2-5. Obtenido de <http://www.fao.org/nr/nr-home/es/>
- Garcia, F. (2010). SIEMBRA DIRECTA, ROTACIONES Y FERTILIDAD PARA UNA AGRICULTURA SOSTENIBLE CON ÉNFASIS EN LAS CONDICIONES DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA, BOLI. *INPI*, 2-4.
- Garcia, J. (2002). *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*. Obtenido de Situación actual y perspectivas de la agricultura: <http://www.sidalc.net/repdoc/A2053E/A2053E.PDF>
- Garcia, S., & Davis, J. (Febrero de 1983). *principios basicos de la asociacion de cultivos*. Obtenido de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28267.pdf
- Gliessman, S. (2002). *AGROECOLOGÍA, Procesos Ecológicos en Agricultura Sostenible*. Turrialba: Litocat.
- Gómez, M. (2011). Comparación de propiedades edáficas y procesos ecosistémicos entre plantaciones forestales y bosques secundarios subandinos . *Universidad Nacional de Colombia* , 2-37-40.
- Guacho, E. (2014). *CARACTERIZACIÓN AGRO-MORFOLOGICA DEL MAÍZ (Zea mays L.) DE LA LOCALIDAD SAN JOSÉ DE CHAZO.*”. Riobamba.
- Gutierrez, e. a. (2007). *IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y SOCIOECONÓMICA DE LOS SISTEMAS DE POLICULTIVOS MAÍZ-FRIJOL-CALABAZA EN LA FRAILESCA, CHIAPAS, MÉXICO*. Almeria, España: UNACH.
- Guzman, J. (2008). *LA PRODUCCION DEL POLICULTIVO MAIZ Zea mays L.- FRIJOL Phaseolus vulgaris L.-CALABAZA Cucurbita moschata Duch. BAJO EL ENFOQUE ORGÁNICO, EN VILAFLORES, CHIAPAS*. Villaflores, Chiapas, Mexico.
- Hill, F. A. (Noviembre de 2011). *ZAMORANO CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/346/1/T3099.pdf>
- INIAP. (2004). Labranza Cero y Minima en Maíz y Maíz-Fréjol en asocio. *Proyecto IQ-CV-096*, 5.
- Kolmans, E., & Vasquez, D. (Noviembre de 1999). *Dirección de innovación y calidad*. Obtenido de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2188/14592.pdf>
- Liebman, M. (1997). sistema de policultivos. *Ecology in agriculture*, 92,93.



-
- Martínez, M. (2014). Requerimiento de agua en el Maíz. *La Prensa Grafica*, 1;2.
- Martínez, S. B. (Abril de 2011). *Centro de Estudios Andaluces*. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141580/Boza_Sofia_libro.pdf?sequence=1
- Ministerio Coordinador de la Producción, e. y. (2011). *Agendas para la transformacion productiva territorial*. Cuenca.
- Ortas, L. (2008). EL CULTIVO DEL MAÍZ: FISIOLOGÍA Y ASPECTOS GENERALES. *AGRIGAN*, 1,2.
- Paliwal, R. L. (2001). *EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS: MEJORAMIENTO Y PRODUCCION*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s02.htm>
- Perry, L. (2003). pH for the Garden . 1.
- Remmers, G. (1990). *Agricultura tradicional y agricultura ecologica vecinos distantes*. Cordova.
- Rioja, A. (2002). *Apuntes de Fitotecnia General*. Real: AGT.
- Ruiz, M. A. (JULIO de 2009). EFICIENCIA RELATIVA DE LA TIERRA Y PERSPECTIVAS DE DOS POLICULTIVOS DE TEMPORAL EN SANTA CRUZ XOXOCOTLAN-OXACA. *EFICIENCIA RELATIVA DE LA TIERRA Y PERSPECTIVAS DEDOS POLICULTIVOS EN SANTA CRUZ XOXOCOTLAN-OXACA*. SANTA CRUZ XOXOCOTLAN, OXACA, MEXICO.
- Sanlondo, J. (2014). *Un mundo bajo nuestros pies*. Wordpress.
- Sarandón, S. J. (2002). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable*. La Plata - Buenos Aires: Ediciones Cientificas Americanas.
- SEAN, S. E. (2011). *DATOS ESTADÍSTICOS AGROPECUARIOS*. Quito: INEC.
- Taboada, M., & Alvarez, C. (2008). Fertilidad fisica de los suelos. *Asociacion Argentina Ciencia del Suelo*, 7-9.

ANEXOS

Anexo 1: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo inicial del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
		Hoja 2 de 2

Observaciones:

- El laboratorio no realiza la determinación de color.
- *Bases de cambio.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA


PARÁMETRO	MO (%)
BAJO	< 1,0
MEDIO	1,0 - 2,0
ALTO	> 2,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 8,0


AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO
LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO, ECUADOR
Ing. Rusbel Jaramillo Chamba
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliar y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

Anexo 2: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo inicial del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0168
Fecha emisión Informe: 25/11/2015

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Juan Pablo Ayala / Agrocalidad Azuay
Dirección: Narancay
Provincia: Azuay **Cantón:** Cuenca
Teléfono: 385468
Correo Electrónico: jupayala@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: 01-2016-065
N° Factura/Documento: 3283

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: ----	
Provincia: Azuay	X: 717379
Cantón: Cuenca	Y: 9674646
Parroquia: Turi	Altitud: 2589
Muestreado por: Juan Pablo Ayala	
Fecha de muestreo: 26-10-2015	Fecha de inicio de análisis: 09-11-2015
Fecha de recepción de la muestra: 09-11-2015	Fecha de finalización de análisis: 25-11-2015

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-160243	001.	pH	Potenciométrico	---	6,15
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	4,46
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0,482
		Carbonatos	Volumétrico	% CaCO ₃	1,25
		K*	Absorción Atómica	cmol/kg	1,02
		Ca*	Absorción Atómica	cmol/kg	18,78
		Mg*	Absorción Atómica	cmol/kg	4,92
		Na*	Absorción Atómica	cmol/kg	0,42
		Bases Totales	Cálculo	cmol/kg	25,14
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	16,69
		Saturación de Bases	Cálculo	%	Saturado
		Arena	Bouyoucos	%	34
		Limo	Bouyoucos	%	32
		Arcilla	Bouyoucos	%	34
		Clase Textural	Cálculo	---	Franco Arcilloso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

Anexo 3: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T1) del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
		Hoja 2 de 2

Observaciones:

* Bases de cambio.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)
BAJO	<1,0
MEDIO	1,0-2,0
ALTO	>2,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 8,0



Ing. Rusbel Jaramillo Chamba
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliare y Aguas

Anexo 4: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T1) del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0835
Fecha emisión Informe: 11/07/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Juan Pablo Ayala / Agrocalidad Azuay
Dirección: Narancay **Teléfono:** 072385468
Provincia: Azuay **Cantón:** Cuenca **Correo Electrónico:** jupayala@hotmail.com
N° Orden de Trabajo: 01-2016-339
N° Factura/Documento: 3967

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: ----	
Provincia: Azuay	X: ----
Cantón: Cuenca	Y: ----
Parroquia: ----	Altitud: ----
Muestreado por: ----	
Fecha de muestreo: 06-06-2016	Fecha de inicio de análisis: 01-07-2016
Fecha de recepción de la muestra: 01-07-2016	Fecha de finalización de análisis: 11-07-2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-161035	Maiz 2	pH	Potenciométrico	---	6,59
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	3,76
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0,151
		Carbonatos	Volumétrico	% CaCO ₃	0,25
		K*	Absorción Atómica	cmol/kg	0,67
		Ca*	Absorción Atómica	cmol/kg	16,02
		Mg*	Absorción Atómica	cmol/kg	4,65
		Na*	Absorción Atómica	cmol/kg	0,092
		Bases Totales	Cálculo	cmol/kg	21,43
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	17,54
		Saturación de Bases	Cálculo	%	Saturado
		Arena	Bouyoucos	%	30
		Limo	Bouyoucos	%	36
		Arcilla	Bouyoucos	%	34
		Clase Textural	Cálculo	---	Franco Arcilloso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Anexo 5: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T2) del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2 Hoja 2 de 2

Observaciones:

* Bases de cambio.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)
BAJO	<1,0
MEDIO	1,0- 2,0
ALTO	>2,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 8,0



Ing. Rusbel Jaramillo Chamba
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliare y Aguas

Anexo 6: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T2) del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0836
Fecha emisión Informe: 11/07/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Juan Pablo Ayala / Agrocalidad Azuay

Dirección: Narancay

Teléfono: 072385468

Correo Electrónico: jupayala@hotmail.com

Provincia: Azuay

Cantón: Cuenca

N° Orden de Trabajo: 01-2016-339

N° Factura/Documento: 3967

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: ----	
Provincia: Azuay	Coordenadas: X: ----
Cantón: Cuenca	Y: ----
Parroquia: ----	Altitud: ----
Muestreado por: ----	
Fecha de muestreo: 06-06-2016	Fecha de inicio de análisis: 01-07-2016
Fecha de recepción de la muestra: 01-07-2016	Fecha de finalización de análisis: 11-07-2016

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-161036	Maiz + Fréjol	pH	Potenciométrico	---	6,64
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	3,85
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0,149
		Carbonatos	Volumétrico	% CaCO ₃	0,75
		K*	Absorción Atómica	cmol/kg	0,64
		Ca*	Absorción Atómica	cmol/kg	16,78
		Mg*	Absorción Atómica	cmol/kg	4,95
		Na*	Absorción Atómica	cmol/kg	0,439
		Bases Totales	Cálculo	cmol/kg	22,81
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	18,36
		Saturación de Bases	Cálculo	%	Saturado
		Arena	Bouyoucos	%	30
		Limo	Bouyoucos	%	32
		Arcilla	Bouyoucos	%	38
		Clase Textural	Cálculo	---	Franco Arcilloso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango

Anexo 7: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T3) del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845		PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO		Rev. 2
			Hoja 2 de 2

Observaciones:

* Bases de cambio.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)
BAJO	<1,0
MEDIO	1,0- 2,0
ALTO	>2,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Acido	Ligeramente Acido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	NO SALINO (NS)	Ligeramente SALINO (LS)	SALINO (S)	MUY SALINO (MS)
CE* (ds/m)	< 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 8,0


AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO
LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO - ECUADOR
Ing. Rusbel Jaramillo Chamba
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliare y Aguas



Anexo 8: Resultados del análisis físico químico de suelo del muestreo final (T3) del área de estudio.

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 2
		Hoja 1 de 2

Informe N°: LN-SFA-E16-0834
Fecha emisión Informe: 11/07/2016

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Juan Pablo Ayala / Agrocalidad Azuay

Dirección: Narancay

Teléfono: 072385468

Correo Electrónico: jupayala@hotmail.com

Provincia: Azuay

Cantón: Cuenca

N° Orden de Trabajo: 01-2016-339

N° Factura/Documento: 3967

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo		Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: ----			
Provincia: Azuay		X: ----	
Cantón: Cuenca		Coordenadas: Y: ----	
Parroquia: ----		Altitud: ----	
Muestreado por: ----			
Fecha de muestreo: 06-06-2016		Fecha de inicio de análisis: 01-07-2016	
Fecha de recepción de la muestra: 01-07-2016		Fecha de finalización de análisis: 11-07-2016	


RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-161034	Chacra 1	pH	Potenciométrico	---	6,49
		Materia Orgánica	Volumétrico	%	3,31
		Conductividad Eléctrica	Conductímetro	ds/m	0,131
		Carbonatos	Volumétrico	% CaCO ₃	0,75
		K*	Absorción Atómica	cmol/kg	0,49
		Ca*	Absorción Atómica	cmol/kg	16,64
		Mg*	Absorción Atómica	cmol/kg	4,20
		Na*	Absorción Atómica	cmol/kg	0,174
		Bases Totales	Cálculo	cmol/kg	21,51
		CIC	Absorción Atómica	cmol/kg	18,30
		Saturación de Bases	Cálculo	%	Saturado
		Arena	Bouyoucos	%	32
		Limo	Bouyoucos	%	30
		Arcilla	Bouyoucos	%	38
		Clase Textural	Cálculo	---	Franco Arcilloso

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Luis Cacuango



Anexo 9: Resultados de la densidad aparente del suelo del muestreo inicial del área de estudio.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA FUNDADA 1962	LABORATORIO DE SUELOS	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS	Informe Número:
	ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA	UCIA -00003
	INFORME TÉCNICO DE ANÁLISIS DE SUELOS	Hoja: 1/1

DATOS DEL SOLICITANTE:

Nombre:	Sr. Juan Pablo Ayala.		
Dirección:	Narancay		
Cantón:	Cuenca	Teléfono :	0987412677
Provincia:	Azuay	Correo Electrónico:	jupayala@hotmail.es

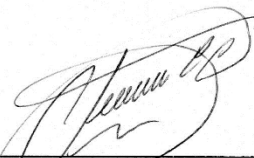
DATOS DE LAS MUESTRAS:

Tipo de Muestra:	SUELO	Fecha de Muestreo:	19/10/2015
Uso Actual:	BARBECHO	Fecha de Recepción:	19/10/2015
Lugar (Sector):	Turi	Fecha de Análisis :	19-20/10/2015
Parroquia:	Turi		
Cantón:	Cuenca	Coordenadas:	X: 717379
Provincia:	Azuay		Y: 9674646

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

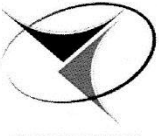
Código de Laboratorio	Código de Campo	Parámetro Analizado	Método	Unidad	Resultado
CA 1715	JP 001	Da	Muestra Inalterada (Cilindro)	g /cc	1.10

OBSERVACIONES:


Ing. EDUARDO CAJAMARCA
RESPONSABLE DEL LABORATORIO.



**Anexo 10: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología
(Hongos) muestra inicial.**

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <i>desde 1867</i>	LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA	Informe Número: UCIA
	INFORME TECNICO	

DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre:	Sr. Juan Pablo Ayala		
Dirección:	Narancay		
Cantón:	Cuenca	Teléfono:	0987412677
Provincia:	Azuay	Correo Electrónico:	jupayala@hotmail.es

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Tipo de Muestra:	SUELO	Fecha de Muestreo:	19-10-2015
Uso Actual:	BARBECHO	Fecha de Recepción:	19-10-2015
Lugar(Sector):	Turi	Fecha de análisis:	
Parroquia:	Turi		
Cantón:	Cuenca	Coordenadas:	X: 717379
Provincia:	Azuay		Y: 9674646


RESULTADOS DEL ANALISIS:

Código de Laboratorio	Parámetro Analizado	Descripción	Numero de colonias
A-001	Población de hongos	<ul style="list-style-type: none">Fusarium.CladosporiumAspergillus	270

Observaciones: Estas colonias determinadas se desarrollaron en la solución 10^{-3}


Ing. Adriana Tenesaca
Responsable de Laboratorio

**Anexo 11: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología
(Bacterias) muestra inicial.**

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867	LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA	Informe Número: UCIA
	INFORME TECNICO	

DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre:	Sr. Juan Pablo Ayala		
Dirección:	Narancay		
Cantón:	Cuenca	Teléfono:	0987412677
Provincia:	Azuay	Correo Electrónico:	jupayala@hotmail.es

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Tipo de Muestra:	SUELO	Fecha de Muestreo:	19-10-2015
Uso Actual:	BARBECHO	Fecha de Recepción:	19-10-2015
Lugar(Sector):	Turi	Fecha de análisis:	
Parroquia:	Turi		
Cantón:	Cuenca	Coordenadas:	X: 717379
Provincia:	Azuay		Y: 9674646


RESULTADOS DEL ANALISIS:

Código de Laboratorio	Parámetro Analizado	Metodología	Presencia de bacterias
A-001	Presencia de bacterias	Tinción de Gram	Si

Observaciones: En cuanto a bacterias, se realizó la tinción de gram para el que aparentemente era actinomicetes y resulto ser una bacteria Gram positiva Bacillus mycoide.


Ing. Adriana Tenesaca
Responsable de Laboratorio

Anexo 12: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología (Hongos) muestra final.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <i>desde 1867</i>	LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA	Informe Número: UCIA
	INFORME TECNICO	

DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre:	Sr. Juan Pablo Ayala		
Dirección:	Narancay		
Cantón:	Cuenca	Teléfono:	0987412677
Provincia:	Azuay	Correo Electrónico:	jupayala@hotmail.es

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Tipo de Muestra:	SUELO	Fecha de Muestreo:	19-10-2015
Uso Actual:	BARBECHO	Fecha de Recepción:	19-10-2015
Lugar(Sector):	Turi	Fecha de análisis:	
Parroquia:	Turi		
Cantón:	Cuenca	Coordenadas:	X: 717379
Provincia:	Azuay		Y: 9674646


RESULTADOS DEL ANALISIS:

Código de Laboratorio	Parámetro Analizado	Descripción	Numero de colonias
A1-001 Maíz	Población de hongos	<ul style="list-style-type: none"> Fusarium. Cladosporium Aspergillus 	260
A2-002 Maíz +Frejol	Población de hongos	<ul style="list-style-type: none"> Cladosporium 	270
A3-003 Chacra	Población de hongos	<ul style="list-style-type: none"> Cladosporium Aspergillus 	267

Observaciones:


 Ing. Adriana Tenesaca
 Responsable de Laboratorio

Anexo 13: Resultado del análisis de suelo en el laboratorio de fitopatología (Bacterias) muestra final.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA <i>desde 1867</i>	LABORATORIO DE FITOPATOLOGIA	
	FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS	Informe Número:
	ESCUELA DE INGENIERIA AGRONÓMICA	UCIA
	INFORME TECNICO	

DATOS DEL SOLICITANTE

Nombre:	Sr. Juan Pablo Ayala		
Dirección:	Narancay		
Cantón:	Cuenca	Teléfono:	0987412677
Provincia:	Azuay	Correo Electrónico:	jupayala@hotmail.es

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Tipo de Muestra:	SUELO	Fecha de Muestreo:	
Uso Actual:	BARBECHO	Fecha de Recepción:	
Lugar(Sector):	Turi	Fecha de análisis:	
Parroquia:	Turi		
Cantón:	Cuenca	Coordenadas:	X: 717379
Provincia:	Azuay		Y: 9674646

RESULTADOS DEL ANALISIS:

Código de Laboratorio	Parámetro Analizado	Metodologia	Presencia de bacterias
A1-001 Maíz	Bacterias	Tinción de Gram	Si
A2-002 Maíz +Frejol	Bacterias	Tinción de Gram	Si
A3-003 Chacra	Bacterias	Tinción de Gram	Si

Observaciones: Para la muestra A1-001 Maíz se determinó la presencia de una bacteria gram positiva y una gram negativa, para la muestra A2-002 Maíz +Frejol se determinó un bacteria gram positiva y para la muestra A3-003 Chacra se determinó un agra positiva.



Ing. Adriana Tenesaca
Responsable de Laboratorio

Anexo 14: cuadro registro del número de unidades experimentales, sistemas de siembra y parcelas de estudio de los diferentes sistemas de siembra en un experimento de campo con una distribución completamente al azar.

	Repetición #1	Repetición #2	Repetición #3	Repetición #4
Maíz	T1R1	T1R2	T1R3	T1R4
Maíz + frejol	T2R1	T2R2	T2R3	T2R4
Chacra	T3R1	T3R2	T3R3	T3R4

Anexo 15: Tabla de Análisis de varianza del valor neto obtenida en la investigación.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1033,01	2	516,51	41,98	<0,0001
TRATAMIENTOS	1033,01	2	516,51	41,98	<0,0001
Error	110,73	9	12,3		
Total	1143,75	11			

Anexo 16: Tabla de Medias del valor neto de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	Medias	E.E.
T1	3,05 A	1,75
T2	8,67 A	1,75
T3	24,93 B	1,75

Anexo 17: Tabla de Análisis de varianza de la eficiencia de cada uno de los tratamientos.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,02	2	0,51	37,92	<0,0001
TRATAMIENTOS	1,02	2	0,51	37,92	<0,0001
Error	0,12	9	0,01		
Total	1,14	11			

Anexo 18.- Poblaciones de hongos observadas en el laboratorio en la muestra de suelo.

Cepas	Hongos
Numero de poblaciones	270
Hongos	<i>Fusarium</i> <i>Cladosporium</i> <i>Aspergillus</i>

Anexo 19.- Bacterias identificadas en el laboratorio de fitopatología en las muestras de suelo.

Tipo de bacteria	Genero /especie
Gram positiva	<i>Bacillus mycoide</i> <i>Streptococcus</i>

Anexo 20.- Cálculo de la eficiencia de los tres sistemas de siembra.

Sistemas de Siembra	Maíz	Maíz y Frejol	Chacra
Salida	128,56	158,13	225,07
Entrada	116,36	118,36	125,36
Eficiencia	1,10	1,33	1,79

Anexo 21.- Cálculo del valor neto de los sistemas de siembra utilizados.

Sistemas De Cultivos	Ingreso Bruto	Costos	Ingreso neto
Maíz	128,56	99,28	29,28
Maíz y Frejol	158,13	104,28	53,85
Chacra	225,07	115,93	109,14

Anexo 22.- Siembra de las muestras en el medio de cultivo.



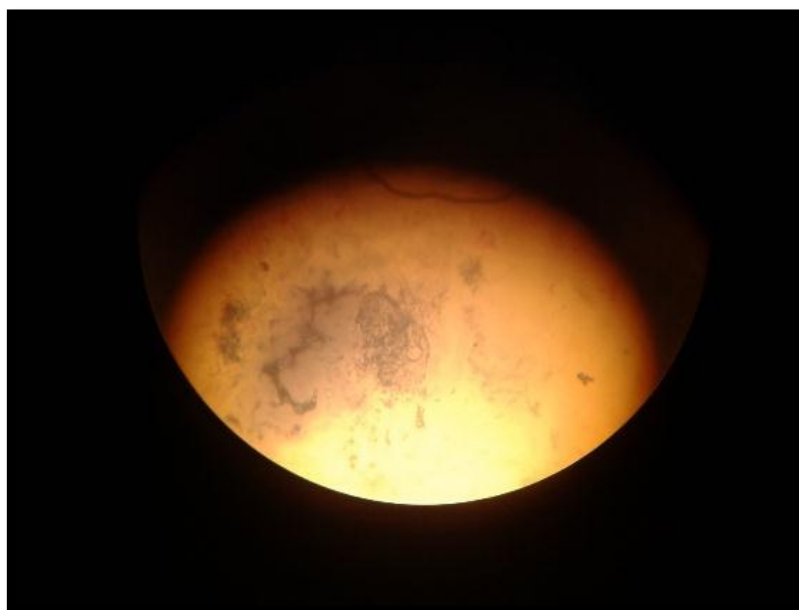
Anexo 23.- Frascos con el medio de cultivo dentro de la incubadora a 30°C.



Anexo 24.- Análisis de los resultados obtenidos en las muestras colocadas en los medios de cultivo.



Anexo 25.- Bacterias Gram negativas



Anexo 26.- Bacterias Gram positivas.

